

Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

22 марта 2016 года

Вариант ФИ10403

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия

давление: 10^5 Па , температура: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса

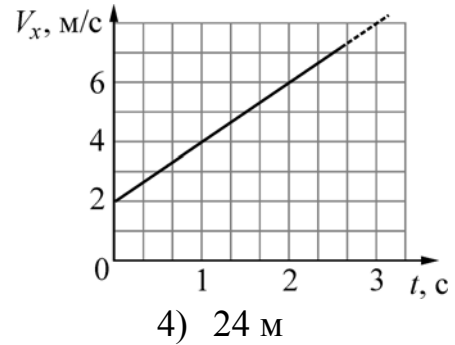
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Точечное тело движется вдоль оси Ox . В начальный момент времени тело находилось в точке с координатой $x = -5$ м. На рисунке изображена зависимость проекции скорости V_x этого тела от времени t . В момент времени $t = 4$ с координата этого тела равна

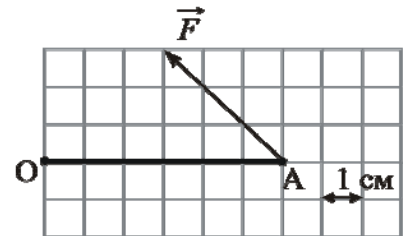


- 1) 11 м 2) 16 м 3) 19 м

Ответ:

2

Стержень OA , расположенный в плоскости рисунка, может вращаться вокруг неподвижной оси O , которая расположена перпендикулярно плоскости рисунка. К концу стержня A приложена постоянная сила $F = 2$ Н, перпендикулярная оси O . Используя рисунок, на котором указан масштаб, определите, чему равен по модулю момент силы F относительно оси O .



- 1) $6\sqrt{2}$ Н·см 2) $6/\sqrt{2}$ Н·см 3) 6 Н·см 4) 0 Н·см

Ответ:

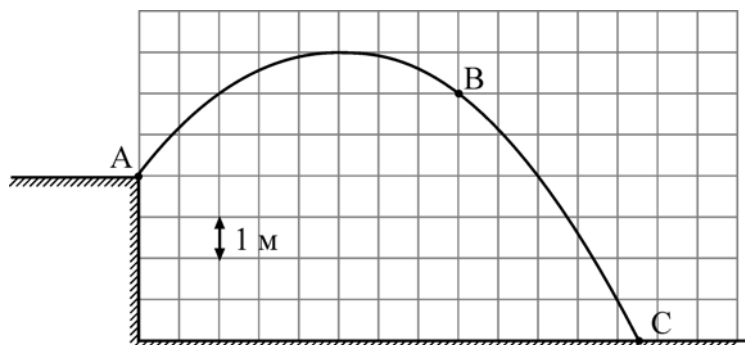
3

Чему равен модуль силы тяжести, действующей на тело массой 9 кг, на высоте, равной половине радиуса Земли?

Ответ: _____ Н.

4

Мальчик бросил камень массой 100 г под углом к горизонту из точки A . На рисунке в некотором масштабе изображена траектория ABC полета камня.



Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. В точке B траектории модуль скорости камня был равен 8 м/с. Какую кинетическую энергию имел камень в точке C ?

Ответ: _____ Дж.

5 Пустой цилиндрический стеклянный стакан плавает в воде, погружившись на половину своей высоты. Дно стакана при плавании горизонтально, плотность стекла 2500 кг/м^3 . Чему равно отношение внутреннего объёма стакана к его наружному объёму? Ответ представьте в виде десятичной дроби, округлив до десятых долей.

Ответ: _____.

6 Бруску, лежащему на горизонтальной шероховатой поверхности, сообщили некоторую начальную скорость, после чего он прошёл до полной остановки некоторое расстояние. Затем тот же самый брусок положили на другую горизонтальную поверхность и сообщили ему ту же самую начальную скорость. Коэффициент трения бруска о поверхность в первом случае больше, чем во втором. Как изменятся во втором случае по сравнению с первым следующие физические величины: модуль работы силы сухого трения; расстояние, пройденное бруском до остановки?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

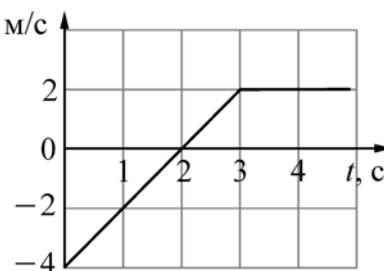
- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль работы силы сухого трения	Расстояние, пройденное бруском до остановки

7 Точечное тело массой 2 кг движется вдоль оси Ox . Зависимость проекции импульса p_x этого тела от времени t изображена на рисунке. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ (В СИ)

- | | |
|--|----------------|
| А) проекция на ось Ox силы, действующей на тело в момент времени $t = 4 \text{ с}$ | 1) 0
2) 0,5 |
| Б) проекция скорости тела на ось Ox в момент времени $t = 4 \text{ с}$ | 3) 1
4) 2 |

Ответ:

А	Б

8

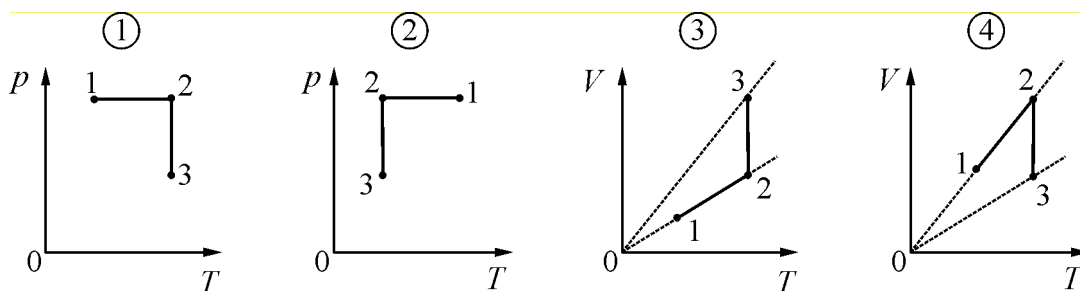
В стакане находится вода в кристаллическом состоянии при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Из-за контакта с тёплым стаканом и с комнатным воздухом вся вода переходит в жидкое состояние. В процессе перехода воды из кристаллического состояния в жидкое

- 1) её объём уменьшается;
- 2) её плотность уменьшается;
- 3) её внутренняя энергия уменьшается;
- 4) её температура уменьшается.

Ответ:

9

Идеальный газ в результате изобарного расширения перешёл из состояния 1 в состояние 2, а затем, в результате изотермического сжатия – в состояние 3. На каком из следующих рисунков правильно изображены эти переходы?

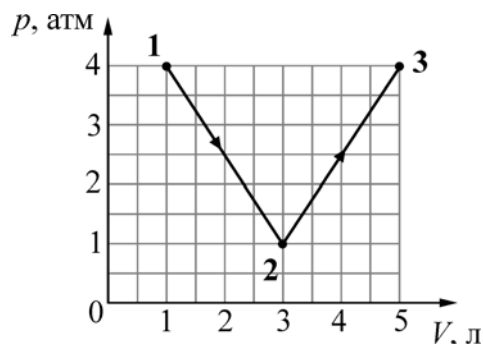


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

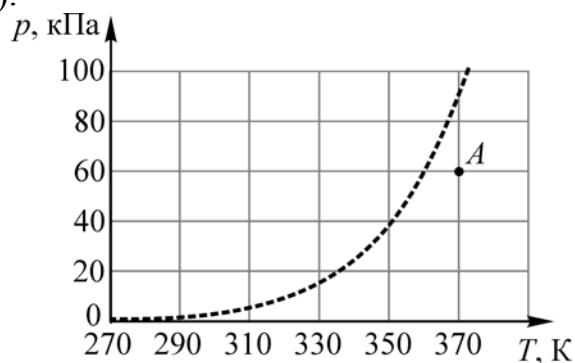
10

Идеальный газ медленно переводят из состояния 1 в состояние 3. Процесс 1–2–3 представлен на графике зависимости давления газа p от его объёма V (см. рис.). Считая, что $1\text{ атм.} = 10^5\text{ Па}$, найдите, какую работу совершает газ в процессе 1–2–3.



Ответ: _____ кДж.

- 11** Водяной пар находится в сосуде объёмом 10 литров при давлении 60 кПа (точка *A* на графике).



Используя график зависимости давления p насыщенных паров воды от температуры T , приведённый на рисунке, определите, как будут изменяться масса пара и его внутренняя энергия при изотермическом уменьшении объёма, занимаемого паром, на 10%.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса пара	Внутренняя энергия пара

12

Установите соответствие между уравнениями процессов, в которых участвует постоянное количество идеального газа, и графиками процессов, изображёнными на диаграммах (p – давление, V – объём, T – абсолютная температура, ρ – плотность).

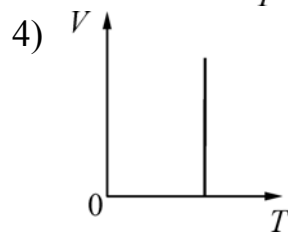
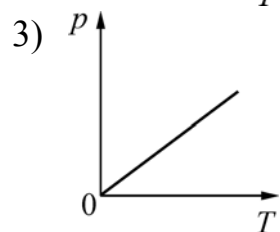
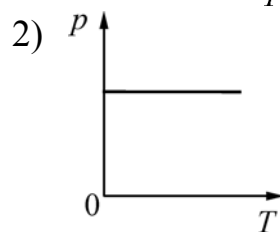
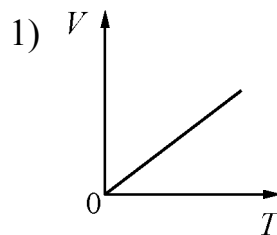
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССА

А) $T/p = \text{const}$

Б) $p/\rho = \text{const}$

ГРАФИК ПРОЦЕССА



Ответ:

А	Б

13 Четыре металлические рамки находятся в однородном магнитном поле. Направление вектора магнитной индукции \vec{B} и начальное расположение рамок показано на рис. 1: плоскости рамок 1 и 4 перпендикулярны оси Oz , плоскость рамки 2 перпендикулярна оси Oy и плоскость рамки 3 перпендикулярна оси Ox .

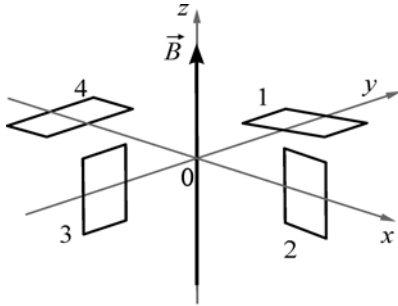


рис. 1

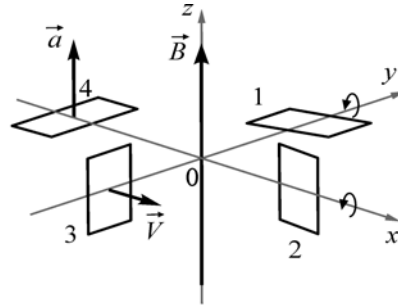


рис. 2

В некоторый момент времени (см. рис. 2) рамку № 1 начинают вращать вокруг оси Oy ; рамку № 2 начинают вращать вокруг оси Ox ; рамку № 3 начинают перемещать с постоянной скоростью \vec{V} параллельно оси Ox ; рамку № 4 начинают перемещать с постоянным ускорением \vec{a} параллельно оси Oz .

Для какой из этих рамок на рис. 3 правильно изображена зависимость ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени t ?

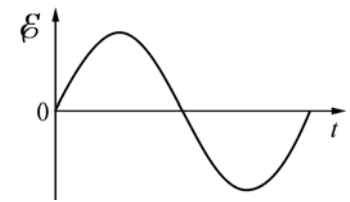
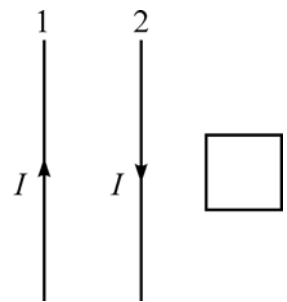


рис. 3

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ:

14 Два длинных прямых провода расположены параллельно друг другу. В одной плоскости с ними лежит квадратный проволочный контур, две стороны которого параллельны проводам. По проводам текут одинаковые электрические токи силой I , направленные в противоположные стороны. Электрический ток в проводе 1 начинает уменьшаться. Индукционный ток, который при этом будет протекать по квадратному контуру,

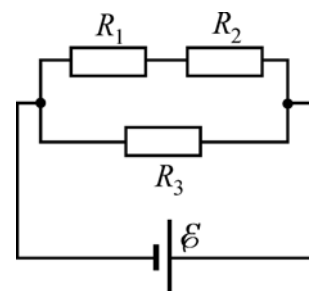


- 1) направлен против часовой стрелки;
- 2) направлен по часовой стрелке;
- 3) равен нулю;
- 4) может быть направлен как против часовой стрелки, так и по часовой стрелке.

Ответ:

15

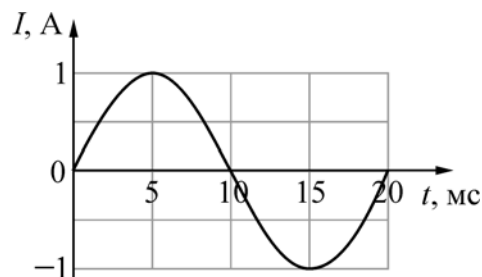
Какая мощность выделяется в резисторе R_1 , включённом в электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке? $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$, ЭДС источника 5 В , внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало.



Ответ: _____ Вт.

16

Электрический ток протекает через катушку индуктивностью 6 мГн . На графике приведена зависимость силы I этого тока от времени t . Чему равна энергия магнитного поля, запасённая в катушке в момент времени $t = 15 \text{ мс}$?



Ответ: _____ мДж.

17

С помощью тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см получают изображение предмета, находящегося на расстоянии 30 см от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси. Как изменятся расстояние от линзы до изображения и размер изображения, если, не изменяя расположение предмета, заменить линзу на другую тонкую собирающую линзу с фокусным расстоянием 10 см ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

- 18** На дифракционную решётку с периодом d перпендикулярно к ней падает широкий пучок монохроматического света с частотой ν . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) длина волны падающего света	1) $\pm \arccos \frac{m\lambda}{d}$
Б) угол, под которым наблюдается главный дифракционный максимум m -го порядка	2) c/ν
	3) $\pm \arcsin \frac{m\lambda}{d}$
	4) $c\nu$

Ответ:

А	Б

- 19** Какие из следующих четырёх ядер: ${}^1_5\text{B}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^8_3\text{Li}$, ${}^6_2\text{He}$ имеют в своём составе одинаковое число нейтронов?

- 1) ${}^1_5\text{B}$ и ${}^6_2\text{He}$ 2) ${}^1_5\text{B}$ и ${}^{12}_6\text{C}$ 3) ${}^8_3\text{Li}$ и ${}^6_2\text{He}$ 4) ${}^8_3\text{Li}$ и ${}^{12}_6\text{C}$

Ответ:

- 20** В результате термоядерной реакции синтеза ${}^3_1\text{T} + {}^3_1\text{T} \rightarrow {}^4_2\text{He} + ???$ образуется ядро гелия ${}^4_2\text{He}$, а также

- 1) протон; 3) протон и нейтрон;
2) нейтрон; 4) два нейтрона.

Ответ:

- 21** Электрон в атоме водорода переходит на вторую стационарную орбиту, испуская волны, длина которых равна 656 нм. С какой стационарной орбиты переходит этот электрон?

Ответ: _____.

22 Отрицательно заряженная частица движется в вакууме с постоянной скоростью. Затем эта частица попадает в однородное электрическое поле и в течение некоторого времени движется в направлении его силовых линий. Как меняются в процессе движения частицы в электрическом поле следующие физические величины: кинетическая энергия, длина волны де Бройля? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

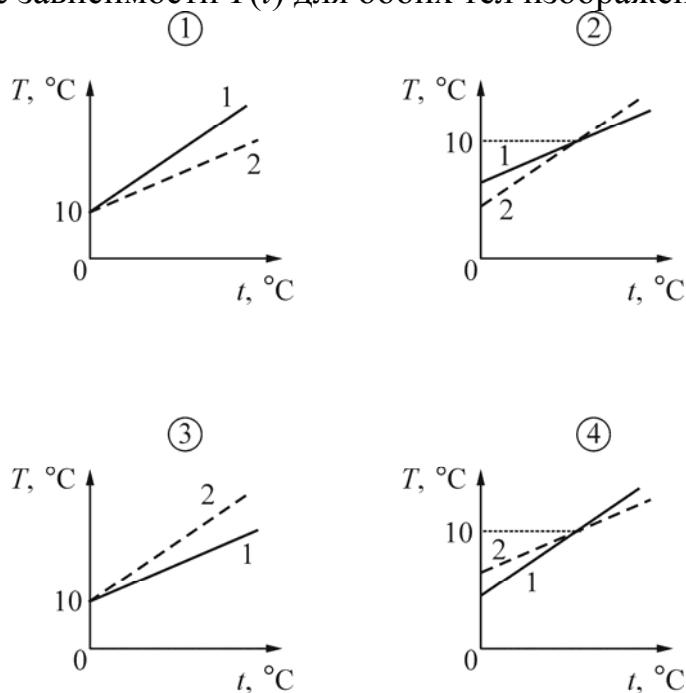
- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия частицы	Длина волны де Бройля частицы

23 В калориметре находится 0,5 литра воды при температуре 10 °С. Необходимо экспериментально изучить зависимость конечной температуры воды от начальной температуры погружаемого в неё тела при достижении теплового равновесия. Данный эксперимент последовательно проводят с двумя телами одинаковых масс (100 г) – алюминиевым и оловянным. Удельная теплоёмкость олова 230 Дж/(кг·°С). Буквой t на графиках обозначена начальная температура погружаемого тела, а буквой T – конечная температура воды. Цифрой 1 отмечена зависимость $T(t)$ для алюминия, а цифрой 2 – для олова.

На каком рисунке зависимости $T(t)$ для обоих тел изображены правильно?

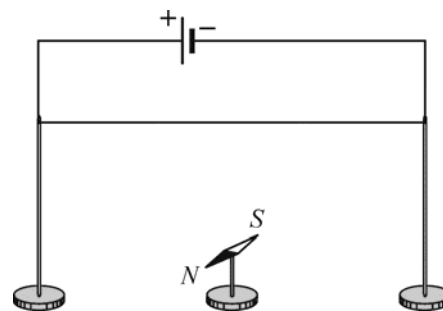


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ:

24

Для повторения опыта Эрстеда учитель взял горизонтально расположенную магнитную стрелку, которая могла свободно вращаться на вертикальной игольчатой подставке, и прямой провод, подключённый к полюсам батареи. Учитель сначала расположил провод над магнитной стрелкой, как показано на рисунке, а через некоторое время переместил провод и расположил его под магнитной стрелкой.



Выберите два верных утверждения, соответствующие результатам этих экспериментов.

- 1) При расположении провода над магнитной стрелкой стрелка установилась параллельно проводу.
- 2) При расположении провода над магнитной стрелкой стрелка установилась перпендикулярно проводу.
- 3) При обоих вариантах расположения провода магнитная стрелка не меняла своего первоначального расположения.
- 4) При изменении расположения провода стрелка повернулась на 90° .
- 5) При изменении расположения провода стрелка повернулась на 180° .

Ответ:

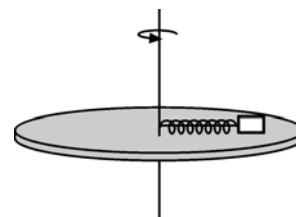
--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Невесомая пружина жёсткостью 100 Н/м прикреплена одним концом к оси вращения гладкого горизонтального диска радиусом 30 см . К другому концу этой пружины прикреплено небольшое тело массой $0,1 \text{ кг}$, лежащее на диске. Длина пружины в недеформированном состоянии равна 16 см . На каком расстоянии от оси вращения будет находиться тело, если медленно раскрутить диск до частоты обращения $\nu = 3 \text{ Гц}$? Ответ округлите до целого числа сантиметров.

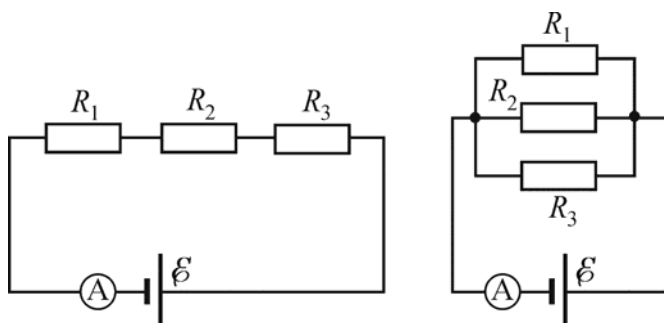


Ответ: _____ см.

- 26 В плоский конденсатор, расстояние между обкладками которого равно 3 см, вставили плоскопараллельную металлическую пластину толщиной 2,5 см. Плоскости пластины параллельны обкладкам конденсатора, расстояние между обкладками намного меньше их поперечных размеров, пластина не касается обкладок. Во сколько раз в результате этого увеличилась ёмкость конденсатора?

Ответ: _____.

- 27 Три одинаковых резистора сопротивлением 30 Ом каждый подключают к источнику постоянного напряжения: первый раз – последовательно, второй – параллельно. При этом показания идеального амперметра (см. рисунок) отличаются в 3 раза.



Чему равно внутреннее сопротивление источника напряжения?

Ответ: _____ Ом.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 28 В сосуде, закрытом поршнем, находится при комнатной температуре воздух, относительная влажность которого равна 50%, а масса пара равна m . Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая его объём в 8 раз, при постоянной температуре. Нарисуйте график зависимости массы пара в сосуде в этом процессе от объёма сосуда.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29** Маятник состоит из маленького груза массой $M = 200$ г, висящего на лёгкой нерастяжимой нити длиной $L = 100$ см. Он висит в состоянии покоя в вертикальном положении. В груз ударяется и прилипает к нему небольшое тело массой $m = 100$ г, летевшее в горизонтальном направлении. В результате возникает вращение маятника в вертикальной плоскости вокруг его точки подвеса, причём груз маятника всё время движется по окружности, делая полный оборот. Какова могла быть скорость тела до удара?
- 30** В цилиндре под поршнем находится некоторое количество идеального одноатомного газа, среднеквадратичная скорость молекул которого равна $u = 400$ м/с. В результате некоторого процесса объём газа увеличился на $\alpha = 80\%$, а давление уменьшилось на $\beta = 20\%$. Каким стало новое значение v среднеквадратичной скорости молекул этого газа?
- 31** Известно, что «лошадиная сила» (л. с.) равна мощности $75 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} \approx 735 \text{ Вт}$, а средний человек при длительной работе развивает мощность около $0,16$ л. с. и кратковременно может превышать это ограничение. Человек, стараясь после отключения электричества в сети осветить своё жилище, используя электрогенератор с механическим приводом с КПД $\eta = 60\%$, вращает ротор генератора через редуктор за ручку, находящуюся на расстоянии $R = 0,5$ м от оси, со скоростью $n = 20$ об/мин, прикладывая к ручке силу $F = 100$ Н. Сможет ли он долго поддерживать горение лампочки мощностью $P = 60$ Вт, и не перегорит ли она от перенапряжения (лампочка рассчитана на номинальное напряжение 220 В, но не более 235 В, а напряжение генератора прямо пропорционально скорости вращения ротора)?
- 32** Для исследования рентгеновских лучей с длинами волн меньше 10 нм изготовить обычную дифракционную решётку с подходящим периодом не представляется возможным, однако есть способ обойти эту трудность. Возьмём обычную решётку с периодом $d = 30$ мкм и осветим её параллельным пучком рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 4,5$ нм с углом падения на решётку $\alpha = 89,5^\circ$ (скользящее падение лучей). Под каким углом γ к первоначальному пучку будет фиксироваться дифракционный максимум первого порядка? Считайте этот угол малым: $\gamma \ll 1$. Ответ выразите в градусах и округлите до целого числа.

Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

22 марта 2016 года

Вариант ФИ10404

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а. е. м.
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ а. е. м.

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия

давление: 10^5 Па, температура: 0 °С
--

Молярная масса

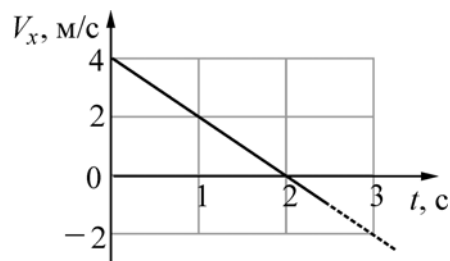
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Точечное тело движется вдоль оси Ox . В начальный момент времени тело находилось в точке с координатой $x = 5$ м. На рисунке изображена зависимость проекции скорости V_x этого тела от времени t . В момент времени $t = 4$ с координата этого тела равна

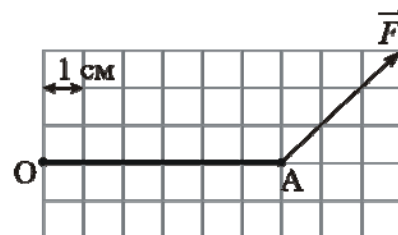


- 1) 0 м 2) 5 м 3) –11 м 4) 37 м.

Ответ:

2

Стержень OA , расположенный в плоскости рисунка, может вращаться вокруг неподвижной оси O , которая расположена перпендикулярно плоскости рисунка. К концу стержня A приложена постоянная сила $F = 0,5$ Н, перпендикулярная оси O . Используя рисунок, на котором указан масштаб, определите, чему равен по модулю момент силы F относительно оси O .



- 1) $3\sqrt{2}$ Н·см 2) $3/\sqrt{2}$ Н·см 3) $6\sqrt{2}$ Н·см 4) 0 Н·см

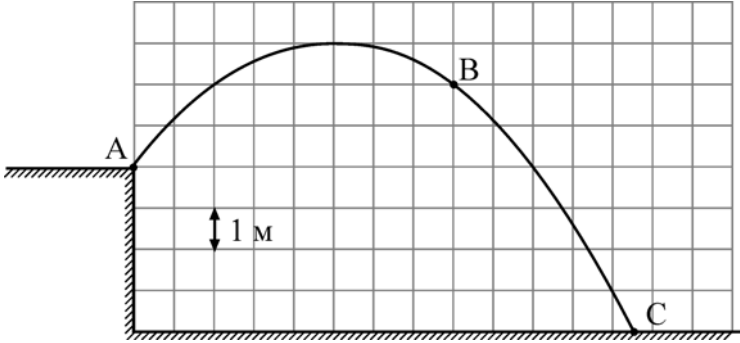
Ответ:

3

Чему равен модуль силы тяжести, действующей на тело массой 50 кг, на высоте, в полтора раза большей радиуса Земли?

Ответ: _____ Н.

4 Мальчик бросил камень массой 100 г под углом к горизонту из точки *A*. На рисунке в некотором масштабе изображена траектория *ABC* полета камня.



Сопrotивление воздуха пренебрежимо мало. В точке *B* траектории модуль скорости камня был равен 8 м/с. Какую кинетическую энергию имел камень в точке *A*?

Ответ: _____ Дж.

5 Пустой цилиндрический стеклянный стакан плавает в воде, погрузившись на 3/4 своей высоты. Дно стакана при плавании горизонтально, плотность стекла 2500 кг/м³. Чему равно отношение внутреннего объема стакана к его наружному объему? Ответ представьте в виде десятичной дроби, округлив до десятых долей.

Ответ: _____.

6 Бруску, лежащему на горизонтальной шероховатой поверхности, сообщили некоторую начальную скорость, после чего он прошёл до полной остановки некоторое расстояние. Затем тот же самый брусок положили на другую горизонтальную поверхность и сообщили ему ту же самую начальную скорость. Коэффициент трения бруска о поверхность в первом случае меньше, чем во втором. Как изменятся во втором случае по сравнению с первым следующие физические величины: модуль работы силы сухого трения; расстояние, пройденное бруском до остановки?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

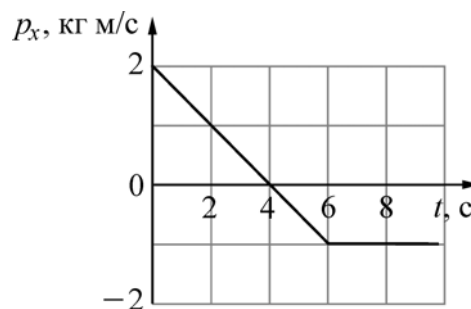
- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль работы силы сухого трения	Расстояние, пройденное бруском до остановки

7

Точечное тело массой 2 кг движется вдоль оси OX . Зависимость проекции импульса p_x этого тела от времени t изображена на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ (В СИ)

- | | |
|--|-----------------------------------|
| А) проекция на ось OX силы, действующей на тело в момент времени $t = 4$ с
Б) проекция скорости тела на ось OX в момент времени $t = 4$ с | 1) 0
2) $-0,5$
3) 2
4) 4 |
|--|-----------------------------------|

Ответ:

А	Б

8

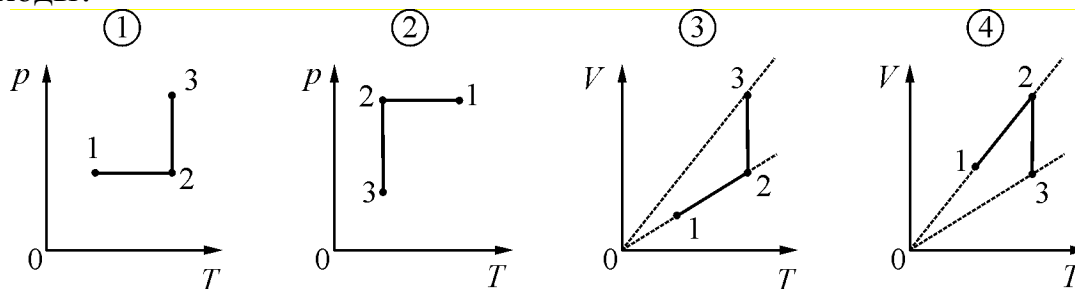
В стакане находится вода в кристаллическом состоянии при температуре 0°C . Из-за контакта с тёплым стаканом и с комнатным воздухом вся вода переходит в жидкое состояние. В процессе перехода воды из кристаллического состояния в жидкое

- 1) её объём увеличивается;
- 2) её плотность увеличивается;
- 3) её внутренняя энергия сохраняется постоянной;
- 4) её температура возрастает.

Ответ:

9

Идеальный газ в результате изобарного сжатия перешёл из состояния 1 в состояние 2, а затем, в результате изотермического расширения – в состояние 3. На каком из следующих рисунков правильно изображены эти переходы?



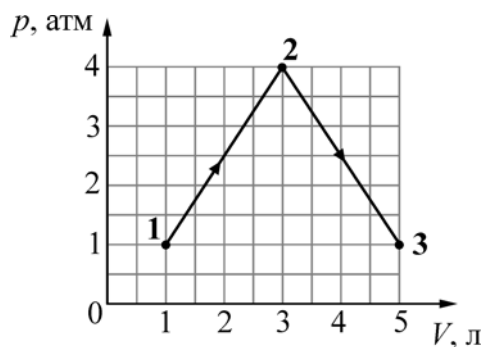
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ:

10

Идеальный газ медленно переводят из состояния 1 в состояние 3. Процесс 1–2–3 представлен на графике зависимости давления газа p от его объёма V (см. рисунок).

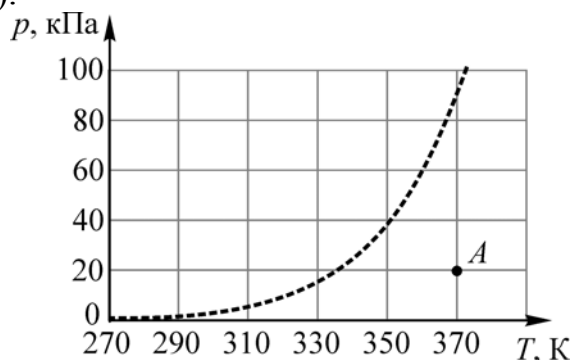
Считая, что $1 \text{ атм.} = 10^5 \text{ Па}$, найдите, какую работу совершает газ в процессе 1–2–3.



Ответ: _____ кДж.

11

Водяной пар находится в сосуде объёмом 10 литров при давлении 20 кПа (точка A на графике).



Используя график зависимости давления p насыщенных паров воды от температуры T , показанный на рисунке, определите, как будут изменяться масса пара и его внутренняя энергия при изобарном уменьшении объёма, занимаемого паром, на 5%.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса пара	Внутренняя энергия пара

12

Установите соответствие между уравнениями процессов, в которых участвует постоянное количество идеального газа, и графиками процессов, изображёнными на диаграммах (ρ – плотность, V – объём, T – абсолютная температура, p – давление).

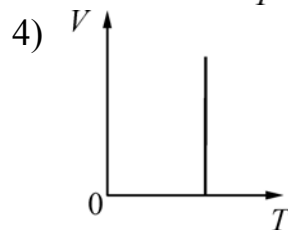
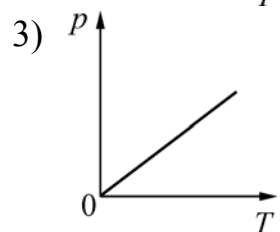
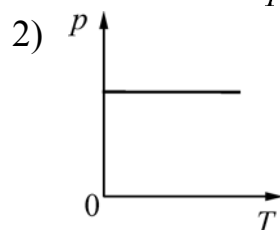
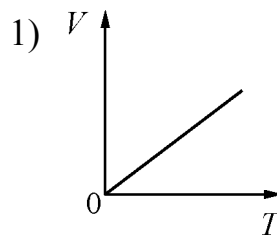
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССА

А) $\rho = \text{const}$

Б) $pV = \text{const}$

ГРАФИК ПРОЦЕССА



Ответ:

А	Б

13

Четыре металлические рамки находятся в однородном магнитном поле. Направление вектора магнитной индукции \vec{B} и начальное расположение рамок показано на рис. 1: плоскости рамок 1 и 4 перпендикулярны оси Oz , плоскость рамки 2 перпендикулярна оси Oy и плоскость рамки 3 перпендикулярна оси Ox .

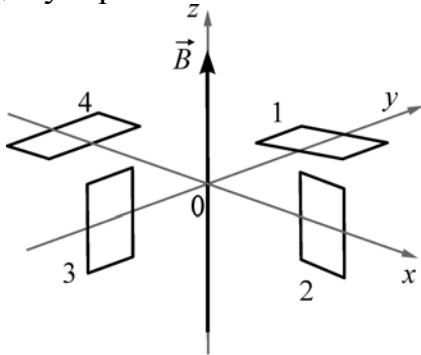


рис. 1

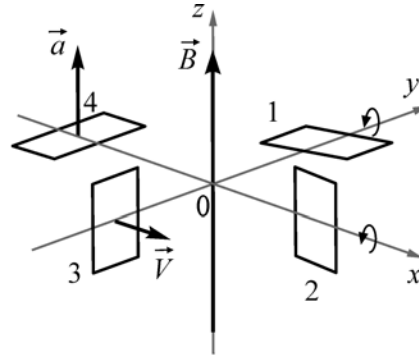


рис. 2

В некоторый момент времени (см. рис. 2) рамку № 1 начинают вращать вокруг оси Oy ; рамку № 2 начинают вращать вокруг оси Ox ; рамку № 3 начинают перемещать с постоянной скоростью \vec{V} параллельно оси Ox ; рамку № 4 начинают перемещать с постоянным ускорением \vec{a} параллельно оси Oz . Для какой из этих рамок на рис. 3 правильно изображена зависимость ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени t ?

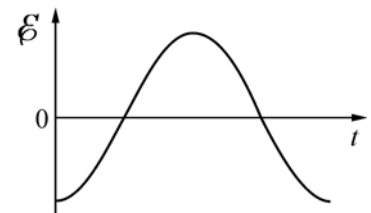


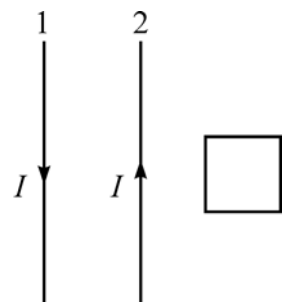
рис. 3

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ:

14

Два длинных прямых провода расположены параллельно друг другу. В одной плоскости с ними лежит квадратный проволочный контур, две стороны которого параллельны проводам. По проводам текут одинаковые электрические токи силой I , направленные в противоположные стороны. Электрический ток в проводе 1 начинает уменьшаться. Индукционный ток, который при этом будет протекать по квадратному контуру,

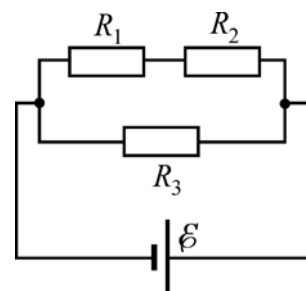


- 1) направлен против часовой стрелки;
- 2) направлен по часовой стрелке;
- 3) равен нулю;
- 4) может быть направлен как против часовой стрелки, так и по часовой стрелке.

Ответ:

15

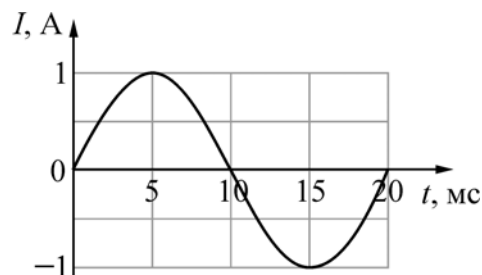
Какая мощность выделяется в резисторе R_2 , включённом в электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке? $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$, ЭДС источника 5 В , внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало.



Ответ: _____ Вт.

16

Электрический ток протекает через катушку индуктивностью 6 мГн . На графике приведена зависимость силы I этого тока от времени t . Чему равна энергия магнитного поля, запасённая в катушке в момент времени $t = 5 \text{ мс}$?



Ответ: _____ мДж.

17

С помощью тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см , получают изображение предмета, находящегося на расстоянии 30 см от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси. Как изменятся расстояние от линзы до изображения и размер изображения, если, не изменяя расположение предмета, заменить линзу на другую тонкую собирающую линзу с фокусным расстоянием 25 см ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

22 Положительно заряженная частица движется в вакууме с постоянной скоростью. Затем эта частица попадает в однородное электрическое поле и в течение некоторого времени движется в направлении его силовых линий. Как меняются в процессе движения частицы в электрическом поле следующие физические величины: кинетическая энергия, длина волны де Бройля?

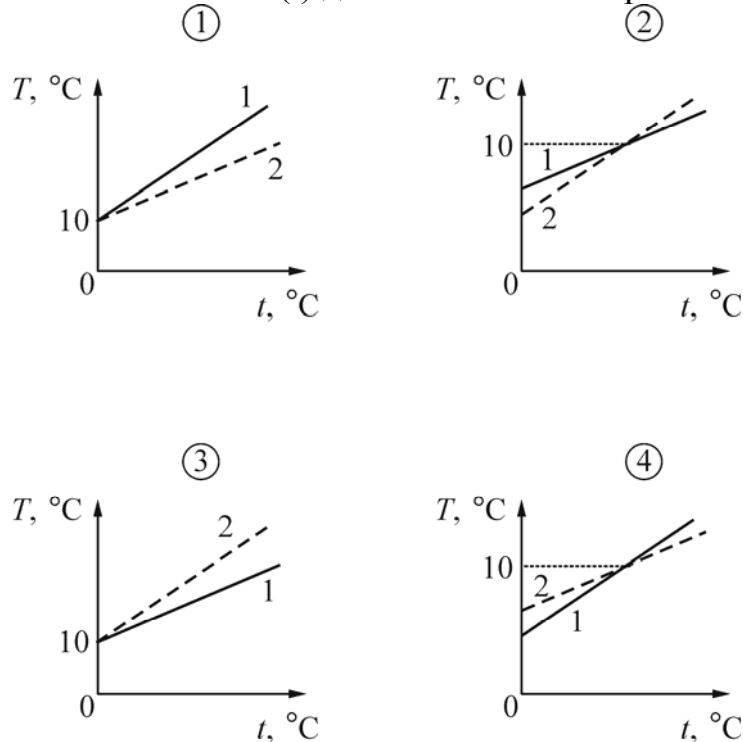
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия частицы	Длина волны де Бройля частицы

23 В калориметре находится 0,5 литра воды при температуре 10 °С. Необходимо экспериментально изучить зависимость конечной температуры воды от начальной температуры погружаемого в неё тела при достижении теплового равновесия. Данный эксперимент последовательно проводят с двумя телами одинаковых масс (100 г) – свинцовым и оловянным. Удельная теплоёмкость олова 230 Дж/(кг·°С). Буквой t на графиках обозначена начальная температура погружаемого тела, а буквой T – конечная температура воды. Цифрой 1 отмечена зависимость $T(t)$ для свинца, а цифрой 2 – для олова. На каком рисунке зависимости $T(t)$ для обоих тел изображены правильно?

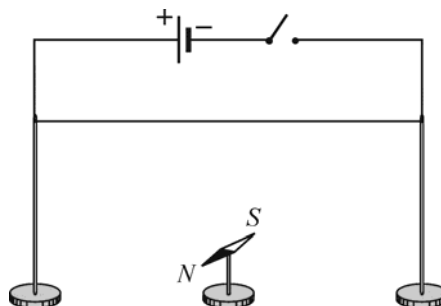


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ:

24

Для повторения опыта Эрстеда учитель взял горизонтально расположенную магнитную стрелку, которая могла свободно вращаться на вертикальной игольчатой подставке, и поместил над стрелкой прямой провод. Учитель первый раз подключил концы провода к полюсам батареи, как показано на рисунке, и замкнул ключ, а второй раз изменил полярность подключения батареи (поменял местами концы провода, подключённые к «плюсу» и к «минусу»).



Выберите **два** верных утверждения, соответствующие результатам этих экспериментов.

- 1) После подключения концов провода к полюсам батареи магнитная стрелка каждый раз установилась параллельно проводу.
- 2) После подключения концов провода к полюсам батареи магнитная стрелка каждый раз установилась перпендикулярно проводу.
- 3) При обоих вариантах подключения концов провода к полюсам батареи магнитная стрелка осталась в покое.
- 4) После изменения полярности подключения концов провода к полюсам батареи магнитная стрелка повернулась на 90° .
- 5) После изменения полярности подключения концов провода к полюсам батареи магнитная стрелка повернулась на 180° .

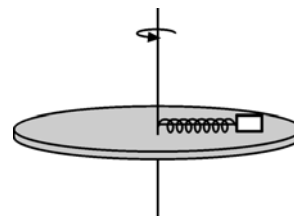
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25** Невесомая пружина жёсткостью 100 Н/м прикреплена одним концом к оси вращения гладкого горизонтального диска радиусом 20 см . К другому концу этой пружины прикреплено небольшое тело массой $0,1 \text{ кг}$, лежащее на диске. При медленном раскручивании диска до частоты обращения $\nu = 3 \text{ Гц}$ тело оказалось на расстоянии 14 см от оси вращения. Чему равна длина пружины в недеформированном состоянии? Ответ округлите до целого числа сантиметров.

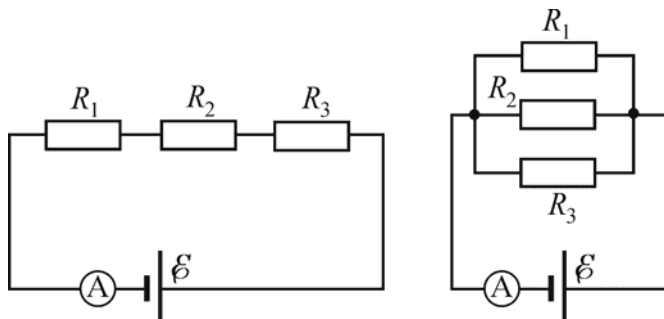


Ответ: _____ см.

- 26** В плоский конденсатор, расстояние между обкладками которого равно 2 см , вставили плоскопараллельную металлическую пластину толщиной $1,6 \text{ см}$. Плоскости пластины параллельны обкладкам конденсатора, расстояние между обкладками намного меньше их поперечных размеров, пластина не касается обкладок. Во сколько раз в результате этого увеличилась ёмкость конденсатора?

Ответ: _____.

- 27** Три одинаковых резистора сопротивлением 30 Ом каждый подключают к источнику постоянного напряжения: первый раз – последовательно, второй – параллельно. При этом показания идеального амперметра (см. рисунок) отличаются в 6 раз.



Определите внутреннее сопротивление источника напряжения.

Ответ: _____ Ом.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 28** В сосуде, закрытом поршнем, находится при комнатной температуре воздух, относительная влажность которого равна 50% , а масса пара равна m . Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая его объём в 8 раз, при постоянной температуре. Нарисуйте график зависимости массы воды, сконденсировавшейся в этом процессе, от объёма сосуда.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29 Маятник состоит из маленького груза массой $M = 100$ г, висящего на лёгкой нерастяжимой нити длиной $L = 50$ см. Он висит в состоянии покоя в вертикальном положении. В груз ударяется и прилипает к нему небольшое тело массой $m = 20$ г, летевшее в горизонтальном направлении. В результате возникает вращение маятника в вертикальной плоскости вокруг его точки подвеса, причём груз маятника всё время движется по окружности, делая полный оборот. Какова при этом могла быть скорость тела до удара?

30 В цилиндре под поршнем находится некоторое количество идеального одноатомного газа, среднеквадратичная скорость молекул которого равна $u = 440$ м/с. В результате некоторого процесса объём газа уменьшился на $\alpha = 20\%$, а давление выросло на $\beta = 80\%$. Каким стало новое значение v среднеквадратичной скорости молекул этого газа?

31 Известно, что «лошадиная сила» (л. с.) равна мощности $75 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} \approx 735 \text{ Вт}$, а средний человек при длительной работе развивает мощность около $0,16$ л. с. и кратковременно может превышать это ограничение. Человек, стараясь после отключения электричества в сети осветить своё жилище, используя электрогенератор с механическим приводом с КПД $\eta = 65\%$, вращает ротор генератора через редуктор за ручку, находящуюся на расстоянии $R = 0,35$ м от оси, со скоростью $n = 30$ об/мин, прикладывая к ручке силу $F = 90$ Н. Сможет ли он долго поддерживать горение лампочки накаливания мощностью $P = 60$ Вт, и не перегорит ли она от перенапряжения (лампочка рассчитана на номинальное напряжение 220 В, но не более 235 В, а напряжение генератора прямо пропорционально скорости вращения ротора)?

32 Для исследования рентгеновских лучей с длинами волн меньше 10 нм изготовить обычную дифракционную решётку с подходящим периодом не представляется возможным, однако есть способ обойти эту трудность. Возьмём обычную решётку с периодом $d = 20$ мкм и осветим её параллельным пучком рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 3$ нм с углом падения на решётку $\alpha = 89,5^\circ$ (скользящее падение лучей). Под каким углом γ к первоначальному пучку будет фиксироваться дифракционный максимум первого порядка? Считайте этот угол малым: $\gamma \ll 1$. Ответ выразите в градусах и округлите до целого числа.